

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-112586

(43)Date of publication of application : 07.05.1996

(51)Int.Cl.

B09C 1/04

B09B 3/00

B09B 3/00

C02F 11/00

C02F 11/12

(21)Application number : 06-251692

(71)Applicant : TAISEI CORP

(22)Date of filing : 18.10.1994

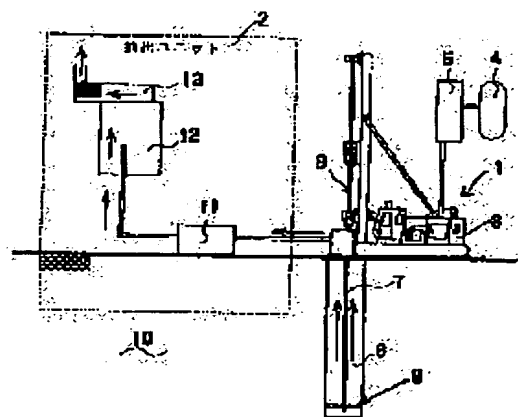
(72)Inventor : YABUTA HIDETOSHI  
UJIE MASATO  
IWASAKI TAKAO

## (54) METHOD FOR PURIFYING SOIL

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an innovating method for purifying soil contg. harmful materials which purifies the contaminated gas impervious clayey soil contg. the harmful materials by lowering the degree of saturation of the soil and improving its water permeability and gas permeability to gasify the polluting materials and to eject the polluting materials out of the inside of the soil and extracting away the harmful gases.

**CONSTITUTION:** A vertical hole 6 is bored in the contaminated soil 10. Quicklime and gas, such as air, are forcibly injected into the vertical hole 6. The harmful gases generated by reaction of the polluting materials and the quicklime are extracted away by a harmful extract unit 2, etc. The soil having a desired purifying rate is formable by controlling the supplying quantity of quicklime and atm. pressure and the temp. in the vertical hole.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

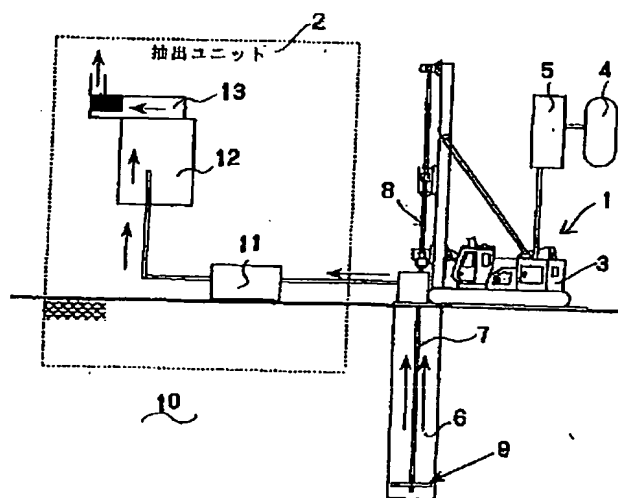
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成8年(1996)5月7日



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 揮発性有害物で汚染された難透気性粘性土壌について、ボーリングを行い、地質及び汚染状況を把握し、かつ浄化目的対象の土壌域への地下水の流入を防止した後、前記地質に応じた生石灰を含む粉粒体材料と空気を深層混合機の中空ロッド内を通じて前記土壌内に噴射し、攪拌混合して前記生石灰により粘性土を脱水し、かつ土粒子と団粒化を生じしめることにより、前記難透気性粘性土壌を通気性のよい土壌に変化させ、揮発性有害物を除去することを特徴とする土壌の浄化方法。

【請求項 2】 前記揮発性有害物を除去する具体的方法が、前記請求項 1 の浄化方法により改質された土壌に単数又は複数の縦孔を穿設し、該縦孔に管を挿入し、該管内の負圧力により前記揮発性有害物を吸引除去することである請求項 1 の土壌の浄化方法。

【請求項 3】 揮発性有害物で汚染された難透気性粘性土壌に単数又は複数の縦孔を穿設し、生石灰を含む粉粒体材料と空気を前記縦孔中に噴射し、発生する高熱と気化及び気体の膨脹圧力と、必要に応じて負圧をかけて吸引することにより前記揮発性有害物を除去することを特徴とする土壌の浄化方法。

【請求項 4】 揮発性有害物で汚染された難透気性粘性土壌を掘削し、掘削された前記土壌と生石灰を含む粉粒体を攪拌混合し、発生する高熱と膨脹作用と、必要に応じて負圧をかけて吸引することにより揮発性有害物を除去することを特徴とする浄化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、種々の有害物で汚染された土壌、特に難透気性もしくは粘性であるため浄化が困難であった土壌を画期的、かつ新規な方法によってほぼ完全に浄化できるようにした土壌の浄化方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 我国では、古来より汚れたものを水で洗って流す習慣があった。ところが、近年の急速な都市化の進行や産業の高度化による各種の大規模な工場の出現と操業により種々な産業廃棄物が排出されるようになった。その結果、この産業廃棄物と排水および雨水との接触によって滲出された有害物が地面にしみ込み、土壌を汚染するケースが多くなり大きな公害問題となっている。例えば、揮発性有機塩素化合物、特にトリクロロエチレン等による「新しい汚染」が身近な問題となっている。これ等の汚染原因は具体的には電子産業、機械産業の各工場からの排水やドライクリーニング用脱脂剤等の浄化排水によるものであることが分かり、それぞれ対策がなされて来ているが、既に汚染された土壌をほぼ完全に清浄化し得る浄化方法は存在していない。

【0003】 また、汚染された土壌の浄化対策として、当該土壌内に生じた有害な揮発性有機塩素化合物を土壌

内を通気したり低圧にすることにより気化させて抽出除去する土壌ガス抽出法がある。具体的には土壌中に抽出井を設け、抽出井内の地下水より上の汚染土壌に透気も行ったり抽出井内を負圧にして汚染物質の回収を図るものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記の従来の浄化方法では、粘性土のような飽和性の難透水・難気性土壌を不飽和にすることが困難であり、透気が困難であり、抽出井内を負圧にしても有害ガスの抽出が不十分となる問題点があった。特に、粘性土を含む土質の地盤が汚染され、有害物質が粘性土に滲通した場合には、これ等の粘性土に通気性や透水性を与えることは困難であり汚染土壌の改良が殆ど出来ない。

【0005】 本発明は、以上の問題点を解決するもので、粘性土壌であってもその有害物を除去して完全の土壌浄化を行い、特に、土壌内の揮発性有機塩素化合物等の汚染物質を完全に除去し得る簡便で画期的な土壌の浄化方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、以上の目的を達成するために、揮発性有害物で汚染された難透気性粘性土壌について、ボーリングを行い、地質及び汚染状況を把握し、かつ浄化目的対象の土壌域への地下水の流入を防止した後、前記地質に応じた生石灰を含む粉粒体材料と空気を深層混合機の中空ロッド内を通じて前記土壌内に噴射し、攪拌混合して前記生石灰により粘性土を脱水し、かつ土粒子と団粒化を生じしめることにより、前記難透気性粘性土壌を通気性のよい土壌に変化させ、揮発性有害物を除去する土壌の浄化方法を特徴とする。なお、前記揮発性有害物を除去する具体的方法が、前記請求項 1 の浄化方法により改質された土壌に単数又は複数の縦孔を穿設し、該縦孔に管を挿入し、該管内の負圧力により前記揮発性有害物の残部を殆ど全部吸引除去するものである。更に、揮発性有害物で汚染された難透気性粘性土壌に単数又は複数の縦孔を穿設し、生石灰を含む粉粒体材料と空気を前記縦孔中に噴射し、発生する高熱と気化及び気体の膨脹圧力と、必要に応じて負圧をかけて吸引することにより前記揮発性有害物を除去する土壌の浄化方法を特徴とする。また、揮発性有害物で汚染された難透気性粘性土壌を掘削し、掘削された前記土壌と生石灰を含む粉粒体を攪拌混合し、発生する高熱と膨脹作用と、必要に応じて負圧をかけて吸引することにより揮発性有害物を除去する土壌の浄化方法を特徴とするものである。

## 【0007】

【作用】 対象土壌は粘性土であるため飽和度（土壌の間隙に水が占める割合）が 100 [%] に近い場合が殆どである。そこで、生石灰混合および攪拌を行い、飽和度を 30 [%] 程度にまで低下させることが望ましい。こ

のために前記の間隙内の水と生石灰を結合させる。また、難透気性土壤に存在している揮発性有機塩素化合物の浄化を行う場合、攪拌羽根をもつ粉体深層混合機を用いることにより生石灰と空気とを同時に噴射しこれを攪拌混合することが出来る。生石灰と空気とを攪拌混合することにより次式に示すように発熱反応と消石灰を生じしめる。

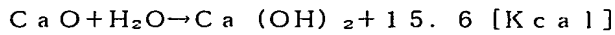


図9に示すように、消石灰粒子は多くの場合、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 系の土粒子間に生じ、その粘着力によって前記の多くの土粒子をあたかも少数、かつ比較的大径の粒子にする。例えば、図9に示すように、 $\text{SiO}_2$ 粒子24と $\text{Al}_2\text{O}_3$ 粒子25等が消石灰粒子26により粘着されてより大径の粒子となり、所謂団粒化作用が生じる。同時に、前記したように、間隙内の水も化合して少なくなり、かつ噴射した空気も団粒化された粒子相互間に存在するようになるため、透気性の向上作用を生じ、その後の工程により空気を透気させて曝気による浄化作用と発熱膨脹の土壤内気圧の増大により、ないしは負圧をかけることにより揮発性有害物の抽出除去作用を可能とする。更に、土壤中の反応はやや複雑であって次のような作用も併せて生じる場合も多い。

【0008】すなわち、粘性土は一般に粘土を多量に含む土質の地盤であるから粘着性の大きな所謂粘土鉱物を主として含有する。すなわち、カオリン： $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ 、ハロサイト： $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 、パイロフィライト： $\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{20}(\text{OH})_4$ 、その他の含水アルミノ珪酸塩を主成分とし、かつその上、分子間の保水能力もあり多量の水分を有するものである。これ等に生石灰： $\text{CaO}$ を加えて攪拌すると、生石灰は前記の各種の粘土鉱物の $\text{H}_2\text{O}$ 、水酸基中の $\text{H}_2\text{O}$ を奪い、大量に発熱して水酸化カルシウム： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ となる。従って、粘土鉱物側は水と水酸基を失って主に無水のアルミナ珪酸塩となり、物理的には砂礫形状に変化する。一般に砂礫は粘性土よりも透気性が良いので揮発性有害物をより能率的に抽出除去することが出来る。

【0009】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づき説明する。図1は本発明方法を実施するための装置の一実施例を示す概要構成図、図2は図1の装置による土壤の貫入ほごし状態を示す一部断面図、図3は前記装置による生石灰混合攪拌状態を示す一部断面図、図4は前記装置による再攪拌状態を示す一部断面図、図5は縦孔内を浄化すると共に有害物質を除去する簡便な手段を示す断面図、図6は難透気性汚染土壤の掘削場所を示す断面図、図7は掘削土を示す断面図、図8は掘削された掘削土と投入された生石灰との攪拌混合その混合物の吸引除去方法の一例を示す断面図、図9は $\text{SiO}_2$ および $\text{Al}_2\text{O}_3$ 系の土粒子と消石灰との結合状態を示す模式図、図10

乃至図15は土壤の飽和度と、土壤温度をパラメータにした場合の有害ガスの残存率と時間との関係を示す線図、図16および図17は生石灰の添加量および空気圧送量と浄化率との関係を示す線図である。

【0010】本発明の土壤の浄化方法は、図1に示すように汚染された難透気性粘性土壤（以下汚染土という）10に適宜深さの縦孔6を掘削した後、生石灰や気体を縦孔内に供給するため、装置としては掘削機能と生石灰および気体を供給する機能を併用することが便利である。勿論、掘削機により予め縦孔を穿設した後、生石灰および気体を縦孔内に供給する別の装置を用いてもよい。また、生石灰および気体を供給して土壤の分解および礫状化が生じた後に、縦孔内の有害ガスを抽出除去することが必要のため、この作業を行う装置も併設されることが便利である。但し、以下の説明では縦孔の掘削と生石灰および気体の供給の可能な粉流体深層混合機（以下、供給装置という）1を採用し、有害ガスの除去装置として土壤除去用ユニット（以下、有害物抽出ユニットという）2を付設する場合について説明する。また、本実施例では供給装置1から供給する気体として空気を使用するが、それに限定するものではない。

【0011】供給装置1は、地表面を移動する走行部3と、生石灰サイロ4と、生石灰サイロ4内の生石灰と空気を圧送するための噴体供給機5と、生石灰および気体を縦孔6内に噴射供給するための圧入管7と、圧入管7を上下動させる昇降部8と、圧入管7の下端側に固定され、図略の駆動機構により回転する攪拌羽根9等からなる。なお、図示では単一の圧入管7しか示されていないが、生石灰と空気とを別々に供給する複数の圧入管を備えるものでもよい。また、生石灰や空気は図略の加圧手段により適圧に加圧されると共に、図略の加温手段により適温に加温される。

【0012】一方、有害物抽出ユニット2は気液分離装置11と、真空ポンプ／ブロア12と、ガス処理装置13と、縦孔6内に浄化用の気体を送る図略の気体供給手段等からなる。

【0013】次に、図1乃至図4により縦孔6の掘削と生石灰と空気の攪拌混合について説明する。まず、図2に示すように汚染土10の所定位置に縦孔6を掘削する。掘削は図略のカッタで汚染土10をほぐしながら貫入して行く。次に、昇降部8により圧入管7を縦孔6内に挿入し、攪拌羽根9を回転させながら生石灰および空気を縦孔6内に噴射圧入し生石灰と空気の攪拌混合を行う。次に、圧入管7を昇降させながら再攪拌を行い生石灰と空気とを完全に混合される。以上により縦孔6内の土壤の分解および礫状化が行われる。

【0014】次に、縦孔6内に残存している有害ガス、具体的には有機塩素化合物を含んだガスを吸引除去する工程に入る。この具体的手段としては図1に示した抽出ユニット2が使用される。すなわち、真空ポンプ／ブロ

ア 12 を作動し、縦孔 6 内の前記有害ガスを通気、吸引し、気液分離装置 11 で気液分離し、ガス処理装置 13 により浄化して排気する。

【0015】図 5 は、以上の浄化方法を簡便な手段により行う場合を示すもので、小孔 14 を有するパイプ 15 を掘削された縦孔 6 内に挿入し、生石灰と空気との混合体を図略の手段により小孔 14 より噴射し、発生する高熱と気化および気体の膨脹圧力により縦孔 6 の土質内の有害ガスを抽出し、透気性のよい地盤を形成し、場合により、図 5 に示すようにパイプ 15 に真空装置 16 を連結し、縦孔内に残存する有害物質 17 を吸引除去するものである。

【0016】図 6 乃至図 8 は請求項 4 に対する実施例を示すものであり、汚染土（難透気性粘性土壌）10 から掘削した掘削土 18 を浄化する具体的方法を示すものである。すなわち、図 6 に示すように汚染土 10 から掘削場合 19 を特定し、図 7 に示すように掘削土 18 を掘削する。次に、図 8 に示すように密閉室 20 内に掘削土 18 を挿入し、密閉室 20 内に生石灰を投入し、モータ 21（M で示す）で回転駆動される羽根 22 により掘削土 18 の分割、分解と生石灰との攪拌混合を行い、その際に発生する高熱と膨脹作用により揮発性有害物を除去し、必要に応じて負圧を作用させ前記有害物を物質回収プラント 23 側に吸引して除去する。

【0017】（実験例）次に、本発明の実験例を図 10 乃至図 17 を用いて説明する。土壌の通気性を向上するには土壌の飽和度と低下させることが必要である。土壌の飽和度を低下させると土壌内に存在する有機塩素化合物の揮発が促進させるためである。また、土壌を適温に加温した方が前記有機塩素化合物の揮発の促進に必要である。そこで実験例では模擬汚染土壌を作成し、飽和度および温度と有害ガスの残存率との関係を室内実験により求めて、その条件を満足するに必要な生石灰の供給料や空気圧送量を求めるサーチを行った。

【0018】まず、実験条件を説明する。

- トリクロロエチレンおよびジクロロエタンを含む模擬汚染土壌を作成。
- ビーカに含水比を調整した模擬汚染土壌を入れ、飽和度（ $S_r$ ）を 30 [%]、60 [%]、90 [%] とした。
- ビーカを恒温水槽に浸し、模擬汚染土壌の温度を 40 [°C]、60 [°C]、70 [°C] とした。
- 時間（0 分から 60 分）の経過と共に土壌濃度を測定し、有害ガス（前記有機塩素化合物のガス）の残存率 [%] を測定する。

【0019】図 10、図 11、図 12 は横軸に経過時間 [分] をとり、縦軸に残存率 [%] を表示したものであり、図 10 は  $S_r = 30$  [%]、図 11 は  $S_r = 60$  [%]、図 12 は  $S_r = 90$  [%] の場合を示す。なお、図中■は 40 [°C]、□は 60 [°C]、◆は 70

[°C] の場合を示す。図 10 乃至図 12 に示すように、飽和度（ $S_r$ ）が高い場合は、高温にしても残存率の変化は少ないことが分かる。従って、飽和度を 30

[%] 程度に低下させることが必要である。

【0020】図 13、図 14、図 15 は横軸に経過時間 [分] をとり、縦軸に残存率 [%] を表示したものであるが、前記の図 10 乃至図 12 が飽和度を一定にして温度を変化させたものに対し、これ等は温度を一定にして飽和度を変化させたものである。いずれの場合も温度の影響よりも飽和度の影響が大きいことが分かる。以上の図 10 乃至図 15 から、飽和度を低くし、ある程度（例えば 40 [°C]）の温度で土壌を加温することが必要になることが分かる。

【0021】図 16 は前記の粉流体深層混合機を用いて生石灰の添加量を 75 [kg/m<sup>3</sup>土壌] から 220 kg/m<sup>3</sup>土壌の範囲で変化させて浄化率 [%] を測定し難透気性の土壌浄化試験を行ったものである。また、図 17 は前記生石灰の替りに空気圧送量を 10 [m<sup>3</sup>] から 90 [m<sup>3</sup>] の範囲が変化させて浄化率 [%] を測定したものである。図 16 に示すように生石灰の添加量を変化させても浄化率は余り変化しないが、図 17 に示すように空気圧送量が少ないと浄化率が低下することが分かる。従って、空気圧送量を土壌の性質に合わせて特定し、不足のないように特に配慮することが必要である。

【0022】次に、図示されていないが、前記の難透気性の土壌浄化試験を実行した後の土壌の透気性の向上を確認するための現場透水試験の結果を説明する。浄化処理前に  $10^{-7}$  程度の透水係数を有していた土壌が浄化処理後には  $10^{-4}$  の透水係数を有する良好な土壌に改良された。これにより、本実施例の効果が実証された。また、透気性を向上せしめた土壌の縦孔内に炭酸ガスもしくは炭酸ガスを含む気体を圧入攪拌させて炭酸カルシウム粒子を生じせしめて更に礫状化を進めることにより有害ガスをより確実に抽出除去することが出来る。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、次のような顕著な効果を奏する。

- 1) 生石灰が土壌の粘土粒子の周囲に吸着し、砂状化すると共に適温の気体を圧入することにより土壌の粒子間に封入されていた有害物がガス化し、反応熱とガス圧によって縦孔内に噴出する。これを抽出除去することにより土壌の浄化が行われ、土壌ガス中に改質される。
- 2) 土壌に生石灰と気体が圧入されることにより土壌の飽和度が低下し、透気性、通気性が向上する。
- 3) 特に圧入される気体の供給量と飽和度を低下させることにより土壌は大巾に浄化される。
- 4) また、生石灰と気体との供給と共に炭酸ガス又は炭酸ガスを含む気体を圧入供給する浄化方法を採用する場合には炭酸カルシウム粒子が発生し、更に礫状化が促進

され浄化と透気性、通気性の大幅な向上が図れる。

5) 攪拌羽根を用いることにより生石灰および気体が土壌内に積極的供給され、浄化率の一層の向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の浄化方法を実施するための供給装置および有害物抽出ユニットの概要構造を示す構成図。

【図 2】図 1 の装置による土壌の貫入ほごし状態を示す一部断面図。

【図 3】図 1 の装置による生石灰混合攪拌状態を示す一部断面図。

【図 4】図 1 の装置による再攪拌状態を示す一部断面図。

【図 5】縦孔内の有害物質を浄化する簡便な手段を示す断面図。

【図 6】難透気性汚染土壌の掘削場所を示す断面図。

【図 7】図 6 の掘削場所から掘削された掘削土を示す断面図。

【図 8】図 7 による掘削土を浄化除去する一実施例を示す断面図。

【図 9】 $\text{SiO}_2$  および  $\text{Al}_2\text{O}_3$  系の土粒子と消石灰との結合状態を示す模式図。

【図 10】飽和度を一定とし (30%)、縦孔内の温度を変化させた場合の土壌内の有害物の残存率の時間的変化を示す線図。

【図 11】飽和度を一定とし (60%)、縦孔内の温度を変化させた場合の土壌内の有害物の残存率の時間的変化を示す線図。

【図 12】飽和度を一定とし (90%)、縦孔内の温度を変化させた場合の土壌内の有害物の残存率の時間的変化を示す線図。

【図 13】縦孔内の温度を一定とし (40℃)、飽和度を一定とした場合における土壌内の有害物の残存率の時間的変化を示す線図。

【図 14】縦孔内の温度を一定とし (60℃)、飽和度を一定とした場合における土壌内の有害物の残存率の時

間的変化を示す線図。

【図 15】縦孔内の温度を一定とし (70℃)、飽和度を一定とした場合における土壌内の有害物の残存率の時間的変化を示す線図。

【図 16】生石灰の添加量と土壌の浄化率との関係を示す線図。

【図 17】空気灰送量と土壌浄化率との関係を示す線図。

【符号の説明】

- |    |    |                            |
|----|----|----------------------------|
| 10 | 1  | 粉流体深層混合機 (供給装置)            |
|    | 2  | 有害物抽出ユニット                  |
|    | 3  | 走行部                        |
|    | 4  | 生石灰サイロ                     |
|    | 5  | 噴体供給機                      |
|    | 6  | 縦孔                         |
|    | 7  | 圧入管                        |
|    | 8  | 昇降部                        |
|    | 9  | 攪拌羽根                       |
|    | 10 | 難透気性粘性土壌 (汚染土)             |
| 20 | 11 | 気液分離装置                     |
|    | 12 | 真空ポンプ/ブロア                  |
|    | 13 | ガス処理装置                     |
|    | 14 | 小孔                         |
|    | 15 | パイプ                        |
|    | 16 | 真空装置                       |
|    | 17 | 有害物質                       |
|    | 18 | 掘削土                        |
|    | 19 | 掘削場所                       |
|    | 20 | 密閉室                        |
| 30 | 21 | モータ (M)                    |
|    | 22 | 羽根                         |
|    | 23 | 物質回収プラント                   |
|    | 24 | $\text{SiO}_2$ 粒子          |
|    | 25 | $\text{Al}_2\text{O}_3$ 粒子 |
|    | 26 | 消石灰                        |

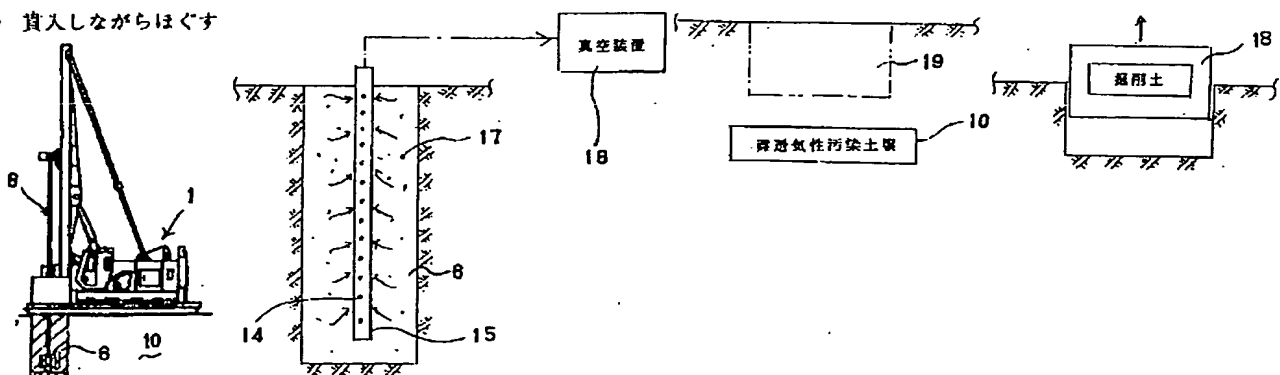
【図 2】

【図 5】

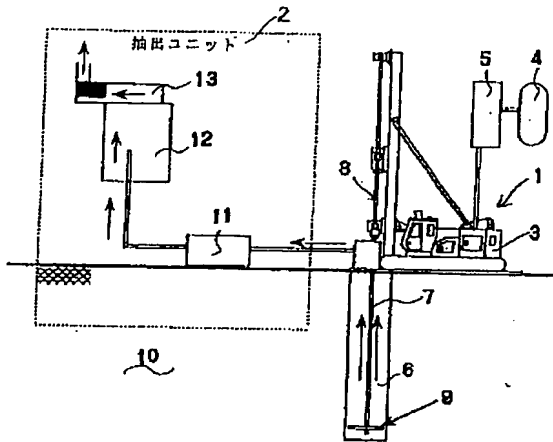
【図 6】

【図 7】

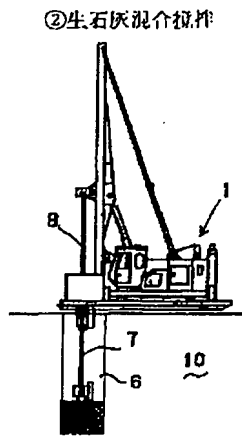
① 貫入しながらほごす



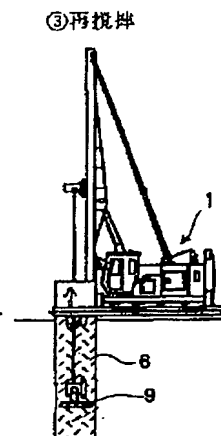
【図1】



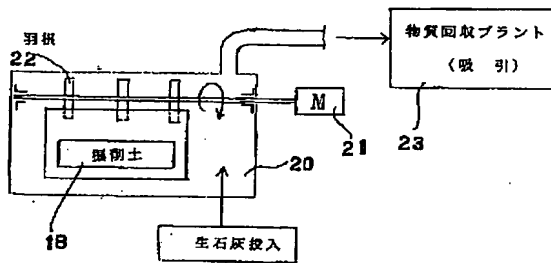
【図3】



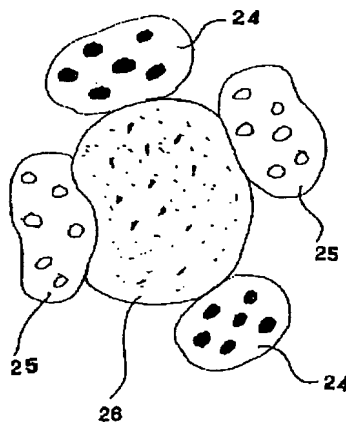
【図4】



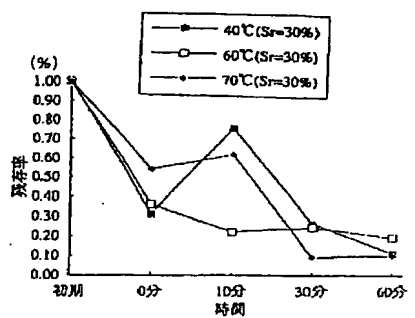
【図8】



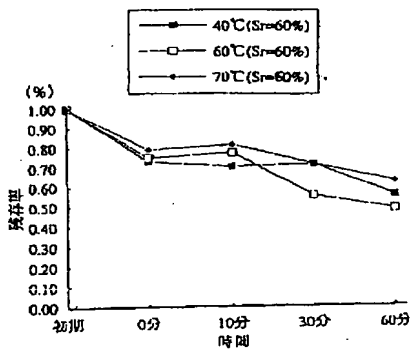
【図9】



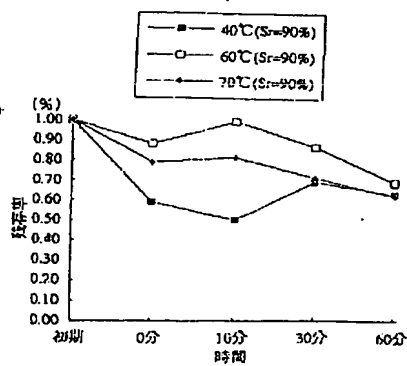
【図10】



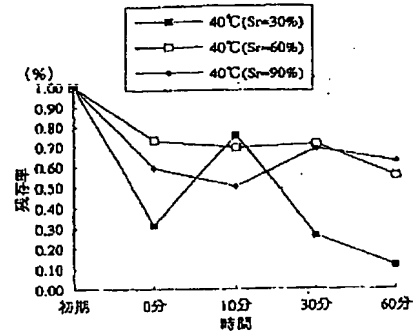
【図11】



【図12】

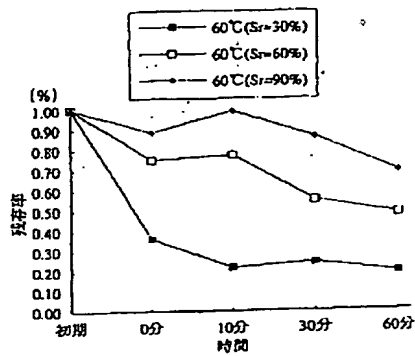


【図13】

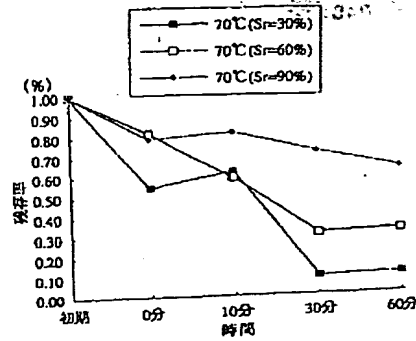




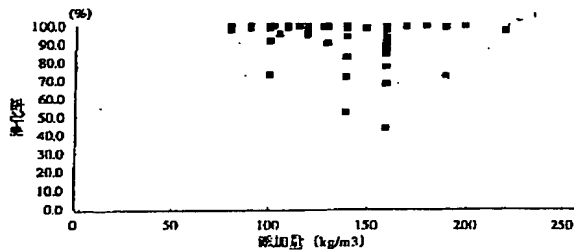
【図14】



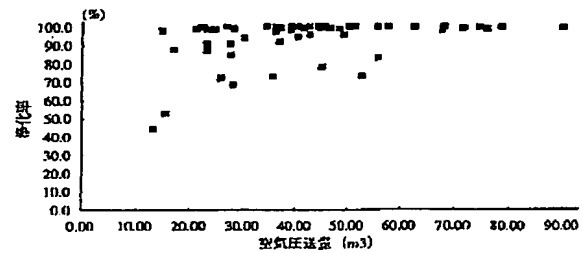
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 0 2 F 11/00

Z A B C

11/12

Z A B Z

B 0 9 B 3/00

3 0 1 E



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**